

**Vergleichende Untersuchung
zur Reproduzierbarkeit
verschiedener Artikulatoreinstellungen
(Dentatus ARH, SAM, WHIP MIX)**

Vorgelegt

von

Achmed Armin Helmy Hofmann-Hammad

aus

Coburg

1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543128_0029

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
der Universität Erlangen-Nürnberg
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr.Dr. E. W. Steinhäuser
Funktionelle Gebißanalyse
Prof. Dr.Dr. O. Bock

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG
ZUR REPRODUZIERBARKEIT
VERSCHIEDENER ARTIKULATOREINSTELLUNGEN
(DENTATUS ARH, SAM, WHIP MIX)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

dem

Fachbereich Medizin

der

Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Achmed Armin Helmy Hofmann - Hammad

aus Coburg

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan : Prof. Dr. E. Rügheimer
Referent : Prof. Dr. Dr. O. Bock
Korreferent : Prof. Dr. M. Hofmann

Tag der mündlichen Prüfung : 09. Dezember 1976

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung und Problemstellung	1
Bisherige Untersuchungen	3
Material und Methode	5
Diskussion der Fehlermöglichkeiten	13
Ergebnisse und statistische Auswertung	14
Nachuntersuchung	28
Interpretation der Ergebnisse	29
Zusammenfassung	31
Literaturverzeichnis	33

ooOoo

EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Entwicklung von Artikulatoren wurde im letzten Jahrhundert vor allem von Prothetikern wie GYSI (2) vorangetrieben, um die Funktionsfähigkeit des Zahnersatzes zu verbessern. Ein dem heutigen Pantographen vergleichbares Gerät wurde bereits 1897 von WALKER (13) verwendet. 1937 definierte B. B. McCOLLUM (7) den Begriff der Gnathologie folgendermaßen:

"Gnathologie ist die Wissenschaft, welche von Kaumechanismen wie Morphologie, Anatomie, Histologie, Physiologie, Pathologie und von der Therapie des Kauorgans handelt, speziell der Kiefer und der Zähne und der vitalen Relationen dieses Organs zum Rest des Körpers."

Die gnathologische Denkweise hat für die Zahnmedizin entscheidende Veränderungen gebracht. Die Wiederherstellung von Kauflächen erfolgt nicht mehr nur nach ästhetischen, sondern vor allem nach funktionellen Gesichtspunkten - die Mechanik wurde zur Biomechanik. Somit wird die Funktionsanalyse zur Notwendigkeit. Mit der Verbreitung der gnathologischen Methodik stieg der Gebrauch von individuell justierbaren und semiadjustablen Artikulatoren. Die Anforderungen an die Präzision derartiger Geräte nahmen entsprechend zu und die Instrumente für die Registrier- und Übertragungstechnik wurden verfeinert. Eine wesentliche Präzisionsverbesserung wurde mit der Einführung der Split-Cast-Methode (Kontrollsockel) nach NEEDLES (9) und deren Verbreitung durch LAURITZEN (4) erreicht. Diese Methode ermöglicht es, selbst kleinste Übertragungsfehler zu erkennen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, inwieweit die angestrebte Präzision mit den gebräuchlichen Artikulatoren DENTATUS ARH (1), SAM (10) und WHIP MIX (16) erreicht werden kann und damit von klinischer Relevanz ist.

In verschiedenen Versuchsreihen sollte eine Antwort auf folgende Fragen gefunden werden:

- 1) Wie genau ist die Übertragung der Modelle in der terminalen Scharnierachsenposition auf die geprüften Geräte?
- 2) Inwieweit entstehen beim Einartikulieren Fehler durch konstruktionsbedingte Faktoren der Geräte?
- 3) Wird die auf das Gerät übertragene Relation beim Gebrauch beibehalten?
- 4) Entstehen durch das Heraus- und Hereinschrauben der montierten Modelle meßbare Fehler?
- 5) Mit welcher Genauigkeit arbeiten die Geräte im klinischen Bereich insbesondere unter Anwendung der Methode nach LAURITZEN (5) und wie sind sie für technische Zwecke verwendbar?

BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN

Untersuchungen über das Problem des Artikulators wurden bisher u. a. von MAROLT (6), WEINBERG (15) und KIENER (3) durchgeführt.

MAROLT (6) schreibt aufgrund seiner experimentellen und anatomischen Überlegungen:

"Es ist möglich, Kieferbewegungen mit Hilfe des Artikulators naturgetreu zu reproduzieren, wenn die Artikulatorgelenke als die mechanischen Äquivalente der Kiefergelenke funktionieren und die Artikulatorgelenke sowie die Modelle der oberen und unteren Zahnreihe der individuellen Topographie entsprechend im Artikulator angeordnet werden."

Er kommt zu der Auffassung, das Artikulatorgelenk müsse dem aus der Prothetik bekannten Roach-Kugel-Gelenk ähneln, da das "Kiefergelenk vom Standpunkt der Gelenkmechanik aus gesehen, als modifiziertes Kugelgelenk bezeichnet werden muß. Es unterscheidet sich vom reinen Kugelgelenk dadurch, daß der Gelenkkopf innerhalb der Gelenkkapsel außer den Rotationsbewegungen noch Translationsbewegungen in zwei geringfügig voneinander abweichenden Richtungen ausführen kann. Aus dieser Feststellung ergibt sich, daß ein Artikulatorgelenk als mechanisches Äquivalent des Kiefergelenks funktioniert, wenn es analog einem modifizierten Kugelgelenk funktioniert." Artikulatoren der Firmen HANAU, DENTATUS und Mc COLLUM erfüllen seine Bedingungen. Einer weiteren Forderung MAROLTs nach Individualität des Interkondylarabstandes entspricht das Gerät der WHIP MIX - CORPORATION.

WEINBERG (15) kommt in seinen ausführlichen theoretischen Untersuchungen zur Auffassung, daß die Scharnierachsenbestimmung Grundvoraussetzung für sichere Reproduzierbarkeit der Zentrik sei. Er verglich den STANSBERRY TRIPOD und den Artikulator von HANAU und gab dem HANAU-Artikulator den Vorzug, bemängelte jedoch die ungenügende, individuelle Einstellmöglichkeit für den Arbeitskondylus.

KIENER (3) untersuchte in einer vergleichenden Arbeit aus dem Jahre 1969, inwieweit vier gebräuchliche Artikulatoren (MASTICATOR, CONDYLATOR, DENTATUS ARL, WHIP MIX) mit Hilfe des panthographischen Registriergerätes nach WEBER in der Lage waren, die Grenzbewegungen des Unterkiefers zu reproduzieren. Die Reproduktion der lateralen Grenzbewegung gelang ihm am besten im MASTICATOR, "weil die Bennettbewegung im MASTICATOR dreidimensional einstellbar ist." "Die sagittale Kondylenbahn wird von allen Artikulatoren gut wiedergegeben." Zum Problem der zentrischen Reproduzierbarkeit schreibt KIENER zusammenfassend: "Die Auswertung der Resultate zeigt, daß nur dann eine genaue Wiedergabe der zentrischen Relation erzielt wird, wenn die Scharnierachse exakt bestimmt wird."

MATERIAL UND METHODE

Die Untersuchungen setzten sich aus den drei getrennten Versuchen A, B und C zusammen.

Versuch A

Mit dem DELAR-Split-Cast - Former ^{x)} wurden aus einem Super-Hartgips drei Kontrollsockel hergestellt und in den Artikulatoren in Höhe der Kauebene montiert. Es wurden neue, zu den Artikulatoren gehörende Montageplatten verwendet. Erwähnt sei in diesem Zusammenhang, daß bei allen Versuchen die Montageplatten der Firma WHIP MIX gegen die vom Hersteller ebenfalls genannten, präziseren STEWART-Platten ausgetauscht wurden.

Mit Hilfe dieser Kontrollsockel wurde überprüft, ob in verschiedenen Artikulatoren desselben Typs montierte Modelle mit Split-Cast-Genauigkeit ausgetauscht werden können.

Versuch B

In einem zweiten Versuch wurde geprüft, in welchem Maße bei der Modellanalyse unter Verwendung unterschiedlicher Artikulatoren, bei identischem Fall und Übertragungsmodus, identische Ergebnisse erzielt werden können.

Für die Modellanalyse wurde die Methode nach LAURITZEN (5) wegen ihrer überlegenen Vorzüge ausgewählt (SAUER 11, KIENER 3, MUTSCHELKNAUSS 8).

Im einzelnen wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Abdrucknahme und Modellherstellung:

Ober- und Unterkiefer wurden mit einem Kontroll-Sockel versehen, um das Ober- und Unterkiefermodell in die drei Artikulatoren unter

x) PAT. PEND, DELAR CORP.
2335 MONROE, MILWAUKEE, ORE. 97222

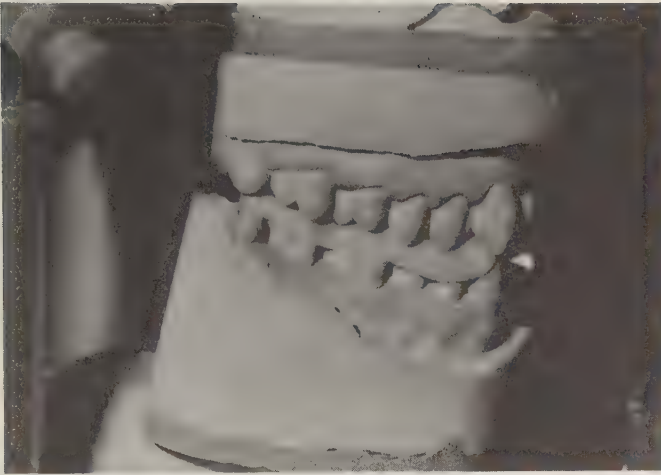


Abb. 1 : Modelle einartikuliert mit Split-Cast
im Oberkiefer und Unterkiefer

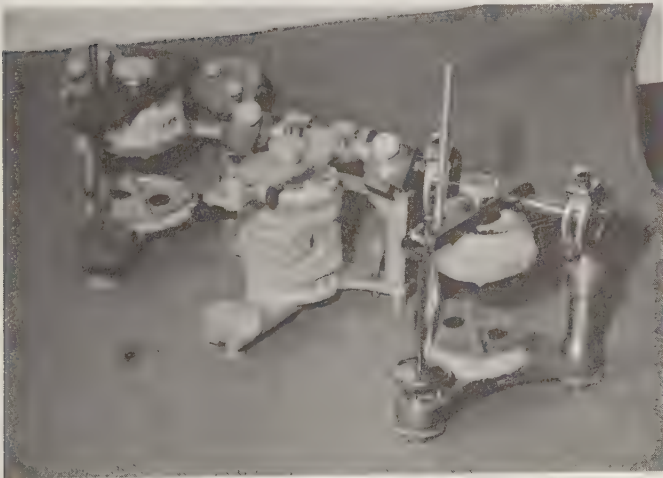


Abb. 2 : Modelle in allen Artikulatoren montiert

gleichen Bedingungen montieren zu können (Abb. 1). Dazu wurde das Sekundärteil des Kontrollsockels jeweils in dreifacher Ausführung hergestellt.

Da der Split-Cast im Unterkiefer keine Kontrollfunktion besaß, sondern nur ein Austauschen des Modells bei sicherer Fixierung erlauben sollte, wurden in das Split-Cast-Primärteil zwei Magnete eingearbeitet, während im Sekundärteil diesen gegenüberliegende Kupferscheiben für eine gute Fixierung sorgten. Selbst bei exzentrischen Bewegungen überstiegen die Abzugskräfte nicht das Retentionsvermögen.

2. Bestimmung der Scharnierachse mit dem ALMORE-Registrier-Besteck.
3. Schädelbezügliche Übertragung des Oberkiefermodells auf die drei Artikulatoren mit dem ALMORE-Übertragungsbogen (Abb. 2).
Nach jeder Montage wurde die exakte Einstellung des Übertragungssystems am Patienten überprüft und gegebenenfalls nachjustiert.
4. Zuordnung des Unterkiefermodells mit zentrischen Wachsregistraten, wobei ein und dasselbe Paar Wachsregistrat für die Zuordnung in die drei Artikulatoren verwendet wurde.
Um Veränderungen der Registrat zu vermeiden, wurden diese laufend in Eiswasser gekühlt. Nach Beendigung des Einartikulierens wurde mit Hilfe der Kontrollsockel eine Rückkontrolle in den drei Geräten vorgenommen, um eine mögliche Verformung der Wachsregistrat zu erkennen.
5. Split-Cast-Kontrolle.
6. Aufsuchen des Primärkontaktes im Artikulator und Überprüfung der Identität im Munde (Abb. 3, 4, 5).
7. Einstellung der Werte für Gelenkbahnneigung und Bennett-Winkel mit Wachsregistraten. Es wurde ein Paar Wachsregistrat für die Einstellung des jeweiligen Wertes in allen drei Geräten verwendet,



Abb. 3 :
Primärkontakt im
DENTATUS



Abb. 4 :
Primärkontakt im
SAM



Abb. 5 :
Primärkontakt im
WHIP MIX

Um Veränderungen der Registrare zu vermeiden, wurden diese laufend in Eiswasser gekühlt und nach Beendigung des Einstellens mit Hilfe des Split-Cast eine Rückkontrolle in den anderen Geräten vorgenommen.

8. Erneutes Aufsuchen des Primärkontaktes im Modell und Vergleich der Identität im Mund.

Der Versuch B wurde bei 10 Probanden durchgeführt. Bei den sechs männlichen und 4 weiblichen Probanden betrug das Durchschnittsalter 23,10 Jahre. Die Probanden hatten ein vollbezahntes, gut restauriertes Gebiß und keine Stellungsanomalien mit folgenden Ausnahmen:

1 Proband besaß einen Deckbiß und war im rechten Oberkiefer mit einer dreigliedrigen Brücke versorgt (15 bis 17).

1 Proband hatte eine Zahnücke bei 36.

1 Proband hatte einen frontal offenen Biß.

Bei zwei Probanden bestand zum Untersuchungszeitpunkt ein einseitiges Gelenkknacken. Die Analysen dieser beiden Probanden wurden schließlich nicht ausgewertet, da eine zunehmende muskuläre Abwehrspannung im Versuchsablauf ein genaues Herstellen der Wachsregistrare unmöglich machte.

Versuch C

Für die Artikulatoren wurde eine Meßapparatur entwickelt, die es ermöglichte, Veränderungen in der horizontalen, sagittalen und transversalen Ebene mit einer Ablesegenauigkeit von 1/500 mm zu erfassen (Abb. 6, 7, 8).

Folgende Untersuchungen wurden mit jedem Gerät durchgeführt:

- I. Fehler durch Veränderung der Gelenkbahnneigung:

Ausgehend von einer Grundeinstellung von 40 Grad wurde die Gelenkbahnneigung in Zehnersprüngen nach oben und unten variiert, ohne am Gerät sonstige Veränderungen vorzunehmen.

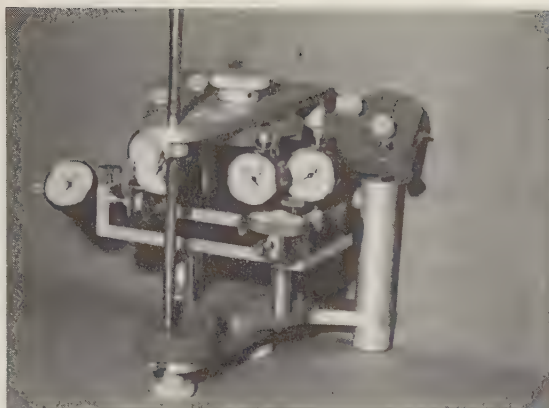


Abb. 6 :
SAM
mit Meßapparatur

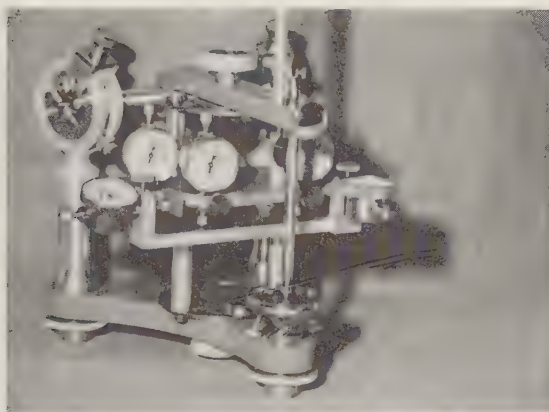


Abb. 7 :
DENTATUS
mit Meßapparatur

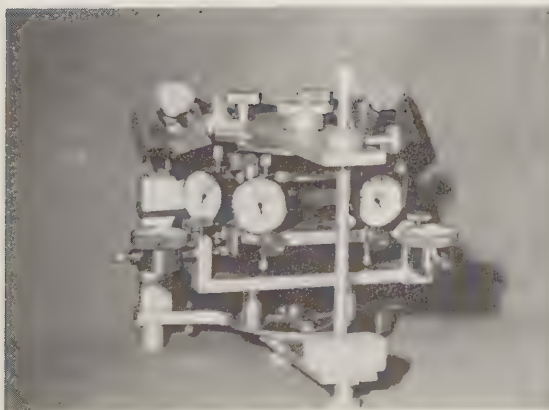


Abb. 8 :
WHIP MIX
mit Meßapparatur

Die Meßreihen lauteten:

40 - 10 - 40
 40 - 20 - 40
 40 - 30 - 40
 40 - 50 - 40

Es wurden 24 Versuche durchgeführt, um sämtliche Permutationen dieser Messungen zu erfassen (4 Fakultät). Die Reihenfolge der Messungen wurde zu Beginn des Versuches rein zufällig ausgewählt. Durch die Art der Messungen konnten fortgeleitete oder durch die Apparatur entstandene Meßfehler ausgeschlossen werden. Die an den 6 Meßuhren erfaßten Veränderungen ergaben insgesamt 1728 Meßwerte pro Artikulator. Diese Daten wurden in Gruppen geordnet und auf Lochkarten übertragen. Die Auswertung erfolgte über das Programmsystem STATSYS (12) an der Rechenmaschine CDC 3300 der Universität Erlangen-Nürnberg.

II. Fehler durch Heraus- und Hereinschrauben der Montageplatten:

In 25 Versuchen mit 5 Testpersonen (klin. Stud. d. Zahnmed. und Zahntechniker) wurden Veränderungen registriert, die sich durch das Herausnehmen und erneutes Hereinschrauben von Modellen im Artikulator ergeben. Die 300 ermittelten Veränderungen wurden in Histogrammen dargestellt, die sich aus der Verteilung der Differenzen, Ausgangswert minus Wert nach der Montage, ergaben. Weiterhin wurden folgende Fragen behandelt:

a) Wie stark streuen die Differenzen um den Nullpunkt?

$$\text{Rechengröße: } s(0) = \sqrt{\frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} d_i^2} \quad \begin{array}{l} \text{(Standardabweichungen um 0; } d_i = \\ \text{Differenzen)} \end{array}$$

b) Sind die Fehler etwa gleich oft positiv und negativ, oder läßt sich ein Trend zur positiven oder negativen Richtung erkennen?

Statistische Behandlung mit t- Test (Irrtumswahrscheinlichkeit
 $\alpha = 5 \%$)

Testgröße:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d} \cdot \sqrt{25}$$

wobei

$$\text{Mittelwert } \bar{d} = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} d_i$$

$$\text{Standard-} \quad s_d^2 = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{25} (d_i - \bar{d})^2$$

abweichung

III. Fehler durch Veränderung der Inzisalstifteinstellung:

In 25 Versuchen mit 5 Testpersonen wurden Veränderungen registriert, die sich durch mehrmaliges Ausrichten der Inzisalstifthöhe auf die eingravierte Nullstellung ergaben. Die Anzahl der ermittelten Daten und die Auswertung entsprachen Versuch 2.

IV. Fehler durch Veränderung des Bennettwinkels:

Ausgehend von einer Grundeinstellung von 20 Grad, wurde der Bennettwinkel in 5er-Schritten nach oben und unten variiert, ohne am Gerät sonstige Veränderungen vorzunehmen. Die Meßreihen waren:

20 - 10 - 20
 20 - 15 - 20
 20 - 25 - 20
 20 - 30 - 20

Die Auswertung erfolgte wie bei Versuch I.

DISKUSSION DER FEHLERMÖGLICHKEITEN

1. Eigenschaften der Meßapparatur

Die Meßapparatur wurde den einzelnen Geräten speziell angepaßt. Bei sachgemäßem Umgang konnte keine Verwindbarkeit festgestellt werden. Zusätzlich wurde jedoch zu Beginn eines jeden Versuchsablaufes der Nullpunkt neu justiert. Während des Versuchsablaufes wurde das Gerät auf einer ebenen Unterlage unverändert belassen und nur die Stellschrauben der jeweiligen Versuchsserie verändert. Die meßtechnischen Untersuchungen erfolgten stets mit der gleichen Apparatur und im gleichen Raum.

Fehler wurden nach statistischen Grundsätzen (14), unabhängig voneinander und zufällig in der Reihenfolge ermittelt. Extreme oder apparaturbedingte Fehler blieben somit ohne Einfluß auf das Ergebnis. Wirken viele kleine, voneinander unabhängige Fehler bei der Entstehung des Meßergebnisses zusammen, so ähnelt die entstehende Verteilung einer Normalverteilung (Zentraler Grenzwertsatz der Wahrscheinlichkeitstheorie). Dies stellte sich auch in diesem Fall heraus.

2. Fehler bei den klinischen Versuchen

Durch zahlreiche Vorversuche wurde der korrekte Umgang mit den Geräten geübt. Eine seit Jahren mit der Methodik vertraute Kontrollperson überprüfte den Ablauf des Versuches. Fehler im Verlauf der Analysen sind deshalb auf schwierigen Umgang mit den einzelnen Geräten zurückzuführen und können bewertet werden. Um Einflüsse durch die Probanden auszuschalten, wurden Analysen der Probanden mit muskulärer Abwehrspannung nicht bewertet.

ERGEBNISSE UND STATISTISCHE AUSWERTUNG

1. Versuch A

Bei keinem der untersuchten Geräte besteht die Möglichkeit, Modelle in verschiedenen Artikulatoren des gleichen Typs in Split-Cast-Genauigkeit zu montieren.

2. Versuch B

(Tab. 1)

SAM

Die Montage des Oberkiefermodells wird mit einem speziellen Montagegerät vorgenommen (Abb. 9). Die Firma gibt an, daß die Verwendung des Montagegerätes eine identische Übertragung des Oberkiefers in



Abb. 9 : Die Artikulatoren vor der Montage der Modelle

jeden SAM-Artikulator erlaubt. Mit Hilfe dieses Montagegerätes ist das schädelbezügliche Einartikulieren problemlos. Nach Angaben des Herstellers sollten zum Zuordnen des Unterkiefers beide Gelenkbahnarretierungen geöffnet sein und das Oberteil um 180 Grad zurückgeklappt werden. Dieser Empfehlung konnten wir nicht entsprechen, da in einem Vor-

versuch mit Hilfe der Meßapparatur dabei eine reversible Absenkung des Artikulatoroberteils um ca. 3/10 mm beobachtet wurde, die das Ergebnis von vorneherein verfälscht hätte. Bei geschlossenen Gelenkbahnarrangierungen war die Öffnung des Gerätes etwa bis 45 Grad, bezogen auf die Tischebene, eingeschränkt, wodurch sich die Zuordnung des Unterkiefers sehr erschwerte. Von den 8 ausgewählten Analysen konnten im SAM nur 7 exakt montiert werden. Wegen eines frontal offenen Bisses und der sich daraus ergebenden geringen Abstützung der Registrare, in Verbindung mit dem geringen Öffnungswinkel des Artikulators, war die Unterkieferzuordnung bei 1 Probanden selbst nach 5 Versuchen nicht einwandfrei möglich. Für 7, nach Split-Cast-Kontrolle, genaue Montagen war 13maliges Einartikulieren erforderlich. Der Primärkontakt stellte sich vor und nach individuellem Einstellen von Kondylenbahnneigung und Bennettwinkel gleich, jedoch nur bei 6 Fällen korrekt dar. In einem Fall wurde eine Verschiebung an den Rand der Schliffacetten des Zahnes mit Primärkontakt beobachtet. Einmal konnte keine Übereinstimmung des Primärkontaktes erzielt werden.

Bei der Analyse nach LAURITZEN ist es erforderlich, den zurückgelegten Weg der Kondylarkugel bei der Protrusion bzw. Laterotrusion zu messen, um die Verwendbarkeit der entnommenen Wachsregistrare beurteilen zu können. Beim SAM-Artikulator ist dieser Arbeitsgang erschwert, ein genaues Messen unmöglich.

Für die Analyse nach Lauritzen erscheint das Gerät wenig geeignet zu sein.

DENTATUS

Die Übertragung des Oberkiefermodells wird direkt auf den Artikulator vorgenommen (Abb. 9). Die zum Artikulator passenden Montage- teile und die auf die Gesichtsbreite ausziehbaren Stifte in den Kondylar- kugeln machen diesen Vorgang problemlos. Beim DENTATUS kann das Oberteil auch bei verriegelter Zentrik voll umgeklappt werden und wird

durch einen Stützstift parallel zur Tischebene gehalten. Damit ist auch das Zuordnen des Unterkiefermodells leicht möglich.

Bei 8 Analysen war 10maliges Einartikulieren erforderlich.

Der Primärkontakt stellte sich sowohl vor als auch nach individueller Einstellung von Kodylenbahnneigung und Bennettwinkel korrekt dar und erbrachte in 7 Fällen eine völlige Übereinstimmung mit den Verhältnissen am Patienten. Nur in einem Fall ergab sich eine minimale Verschiebung.

Mit Hilfe einer Rändelschraube mit mm-Einteilung kann die Verwendbarkeit der benötigten Registrat sehr genau überprüft werden. Zusätzlich erlaubt diese Einrichtung dem Behandler, sich vor der Herstellung der Registrat am Artikulator zu orientieren. Das Auffinden der individuellen Werte für Kondylenbahnneigung und Bennettwinkel war bei diesem Gerät stets genauer und leichter möglich als bei den beiden anderen Artikulatoren.

Für die LAURITZEN-Analyse erscheint dieses Gerät am besten geeignet zu sein.

WHIP MIX

Das schädelbezügliche Einartikulieren des Oberkiefers setzt einen Umbau des Gerätes voraus (Abb. 9). Da das Artikulatoroberteil keine Verriegelungsmöglichkeit in der Zentrik bietet, sind Verschiebungen bei der Montage des Oberkiefermodells möglich. Damit erfolgt eine räumliche Desorientierung.

Auch das Zuordnen des Unterkiefers ist durch die fehlende Verriegelungsmöglichkeit erschwert.

Wie beim SAM konnte der Unterkiefer des Probanden mit frontal offenem Biß, wegen der geringen Abstützung der Registrat nicht zugeordnet werden. Auch hier wurden 5 Versuche durchgeführt.

Für 7 exakte Unterkiefermontagen war 18maliges Einartikulieren nötig. Übereinstimmung des Primärkontaktes mit dem Patienten konnte nur in

	DENTATUS	SAM	WHIP MIX
Zentrisches Einartikulieren:			
korrekt	8	7	7
nicht möglich	-	1	1
Anzahl der Versuche	10	18	23
Primärkontakt vor individueller Einstellung:			
korrekt	7	6	5
leicht verschoben	1	1	2
unkorrekt	-	1	1
Primärkontakt nach individueller Einstellung:			
korrekt	7	6	5
leicht verschoben	1	1	1
unkorrekt	-	1	2
Auffinden der Werte für Kondylenbahnneigung und Bennettwerte:			
leicht	8	6	6
schwer	-	2	2
Kontrolle der Registratur	möglich	nicht möglich	nicht möglich
Zurückklappen des Artikulatoroberteils beim Einartikulieren:	möglich	nicht möglich ¹⁾	nicht möglich
Fixierung des Artikulatoroberteils:	möglich	möglich	nicht möglich
1) siehe Ergebnis Versuch B und Nachuntersuchung			

Tabelle 1 : VERSUCH B

5 Fällen erzielt werden, während in zwei Fällen eine Verschiebung am Zahn des Primärkontaktes beobachtet wurde und in einem Fall keine Übereinstimmung erzielt wurde. Nach individueller Einstellung veränderten sich die Primärkontakte in zwei Fällen geringfügig, wogegen bei einem Fall mit besonders flacher Gelenkbahnneigung der Primärkontakt keine annähernde Übereinstimmung mehr zeigte.

Schwergängige Fixierungsschrauben für den Bennettwinkel und unzureichende Arretierungsmöglichkeit der Gelenkbahnträger durch die Fixierungsschrauben erschwerten das Auffinden der Werte für Gelenkbahnneigung und Bennettwinkel.

Die Kontrolle der Verwendbarkeit der exzentrischen Registrature ist bei diesem Gerät schwer möglich.

Für die Analyse nach LAURITZEN erscheint dieses Gerät ungeeignet.

3. Versuch C

Messung I

Wird die Gelenkbahnneigung vom Mittelwert 40 Grad ausgehend verändert, so ergibt sich hieraus eine Veränderung der Lagebeziehung von Artikulatoroberteil zu Artikulatorunterteil.

Im einzelnen bedeutet das bei einer Verringerung des Wertes eine Anhebung des Oberteils beim SAM, während eine flachere Gelenkbahnneigung beim DENTATUS und WHIP MIX eine Absenkung des Artikulatoroberteils ergibt. Genau umgekehrt verhält es sich bei einer steileren Gelenkbahnneigung mit einem Winkel von mehr als 40 Grad. Hierfür wurde beim SAM ein Absinken, beim DENTATUS und WHIP MIX eine Anhebung des Oberteils beobachtet. Die Richtung der Lageveränderung kann an dem Vorzeichen des Mittelwertes des Fehlers erkannt werden, wobei ein negatives Vorzeichen eine Verringerung, ein positives Vorzeichen eine Vergrößerung des Abstandes zwischen Ober- und Unterteil ausdrückt. Zudem war zu erkennen, daß der absolute Fehler umso größer wird, je weiter man sich vom Ausgangswert 40 Grad entfernt.

Die vor allem in der Horizontalebene wichtigen Fehler betrugen im einzelnen bei der Veränderung des Wertes von:

1. 40 Grad auf 10 Grad (Werte von vier Meßpunkten;
Angabe in 1/100 mm)

DENTATUS	-0,74 bis -1,89
SAM	0,24 bis 0,70
WHIP MIX	-3,37 bis -6,12
2. 40 Grad auf 20 Grad

DENTATUS	-0,23 bis -1,05
SAM	0,48 bis 0,68
WHIP MIX	-1,90 bis -3,49
3. 40 Grad auf 30 Grad

DENTATUS	-0,15 bis -0,63
SAM	0,12 bis 0,39
WHIP MIX	-0,78 bis -1,68
4. 40 Grad auf 50 Grad

DENTATUS	0,16 bis 0,43
SAM	-0,05 bis -0,87
WHIP MIX	0,52 bis 1,58

Beim SAM und DENTATUS scheinen die im Zusammenhang mit der Gelenkbahnveränderung auftretenden Fehler tolerierbar zu sein, während die Werte dem WHIP MIX eine ungenügende Zentrierung von Gelenkugel und Gelenkbahn bescheinigen.

In Tabelle 2 und 3 sind die Mittelwerte der Veränderungen in der Horizontalebene dargestellt. Zudem wurde der Bereich, in dem die Fehler streuen, eingezeichnet (Konfidenzbereich).

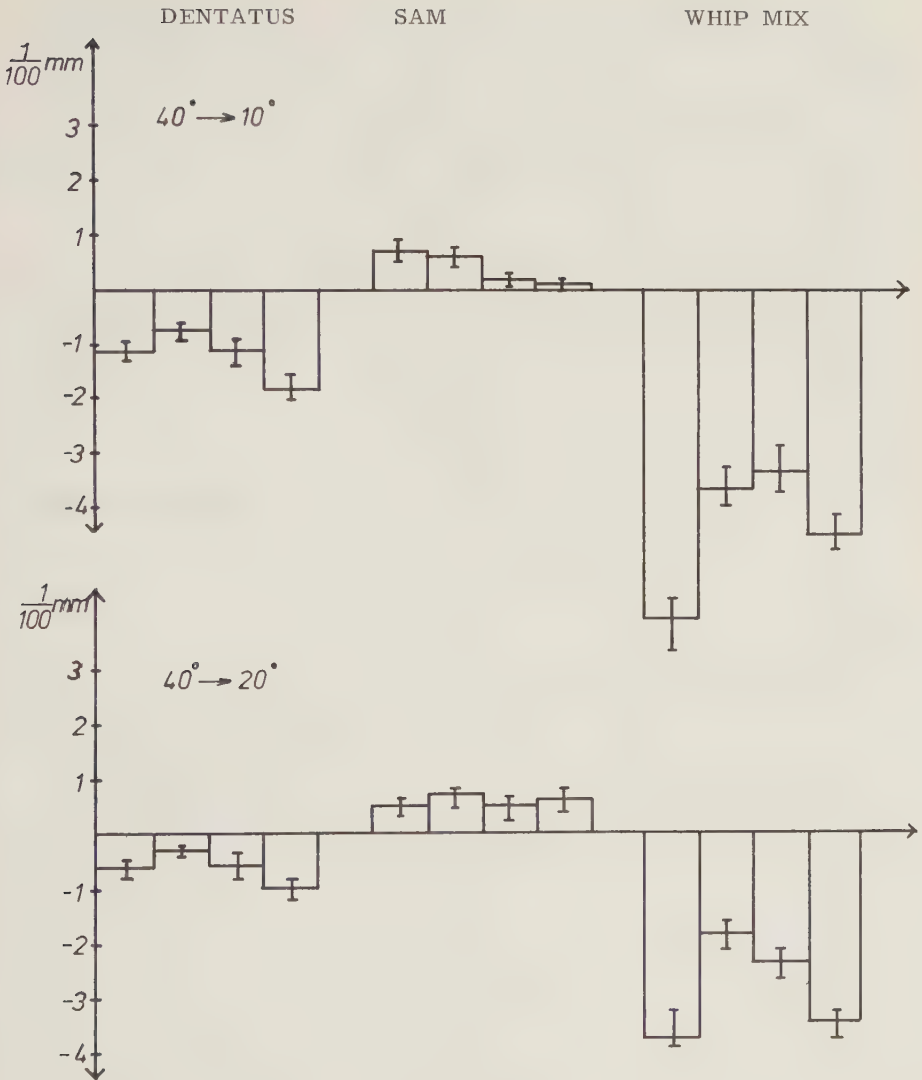


Tabelle 2

VERSUCH C, Messung II :

Mittelwert des Fehlers mit Angabe des Konfidenzbereiches
an vier Meßpunkten in der Horizontalebene

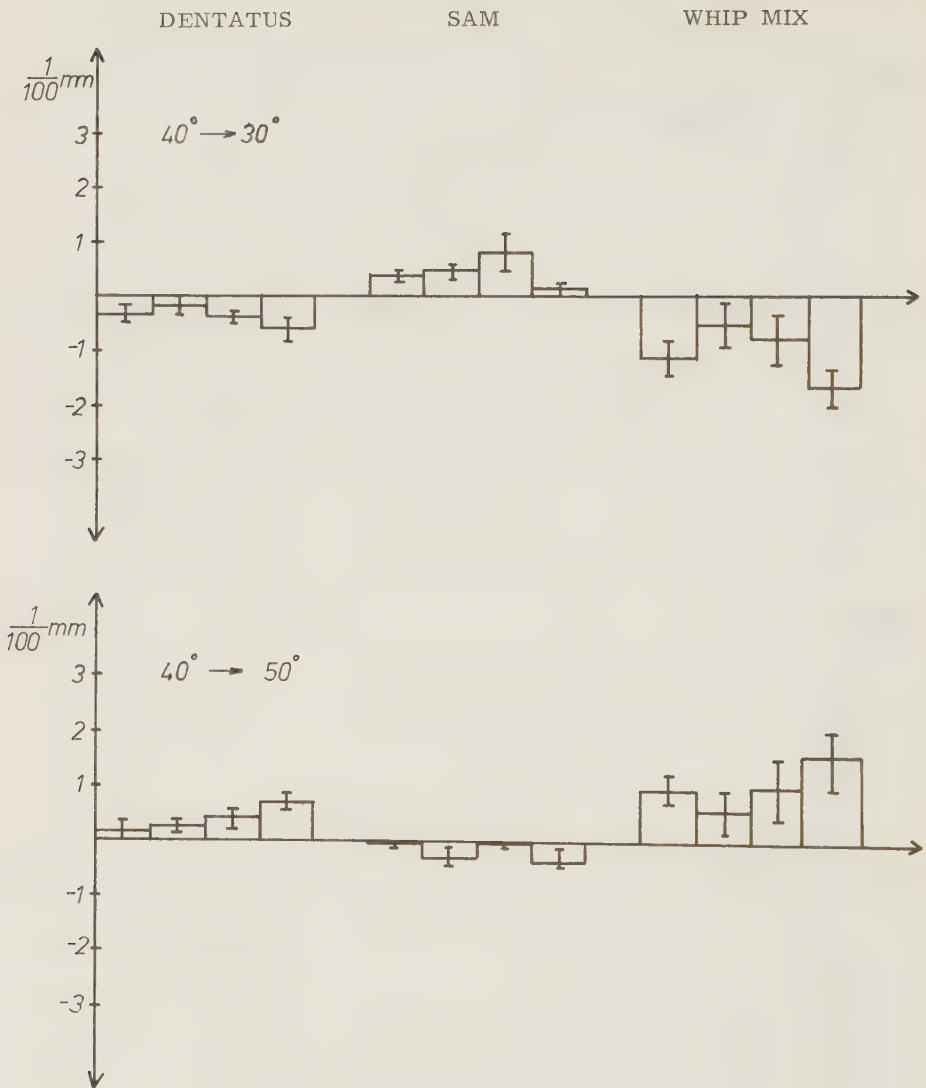


Tabelle 3

VERSUCH C, Messung II :

Mittelwert des Fehlers mit Angabe des Konfidenzbereiches
an vier Meßpunkten in der Horizontalebene

Messung II

Nach Demontage und erneuter Montage der Meßapparatur entstanden folgende Veränderungen.

Horizontalebene:	Standardabweichung um den Nullpunkt an 4 Meßpunkten
DENTATUS	7/1000 bis 12/1000 mm
SAM	10/1000 bis 23/1000 mm
WHIP MIX	23/1000 bis 71/1000 mm
Sagittalebene:	Standardabweichung um den Nullpunkt
SAM	50/1000 mm
WHIP MIX	90/1000 mm
DENTATUS	140/1000 mm
Transversalebene:	Standardabweichung um den Nullpunkt
SAM	52/1000 mm
WHIP MIX	110/1000 mm
DENTATUS	150/1000 mm

Höhenveränderungen, ersichtlich aus den Meßwerten der Horizontalebene, treten in vernachlässigbarem Maße bei SAM und DENTATUS auf, sind dagegen bereits beim WHIP MIX nicht mehr zu tolerieren.

Eine Verdrehung der Montageplatte um die sagittale Achse ist an den Veränderungen in der Sagittal- und Transversalebene zu erkennen.

Der SAM erweist sich hierbei zwar am stabilsten, doch ein befriedigendes Ergebnis ergab sich für keines der Geräte.

In den Tabellen 4, 5 und 6 ist die prozentuale Verteilung der aufgetretenen Fehler in die einzelnen Fehlerklassen dargestellt. Ein gutes Ergebnis liegt vor, wenn sich der größte Anteil der gemessenen Veränderungen in den niedrigen Fehlerklassen befindet; d.h. das Histogramm steil und schmal ist.

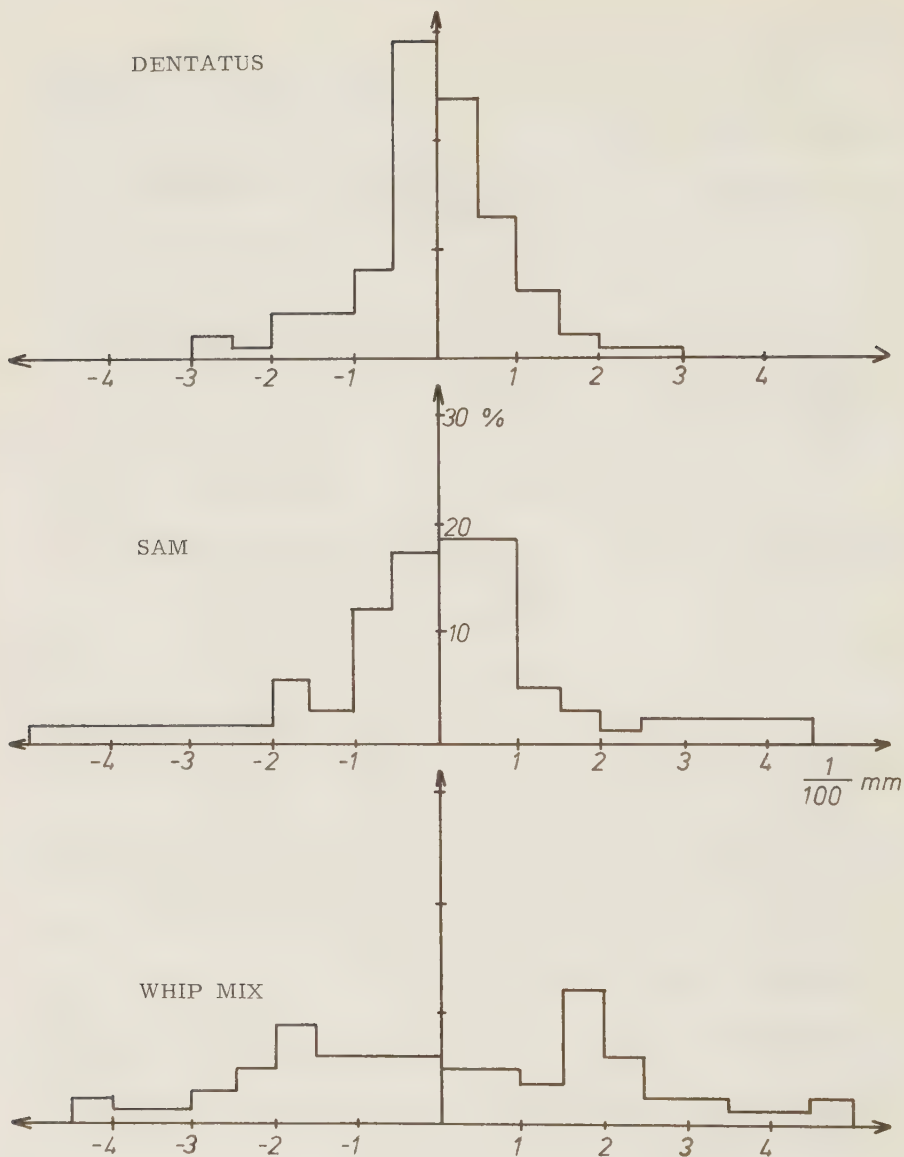
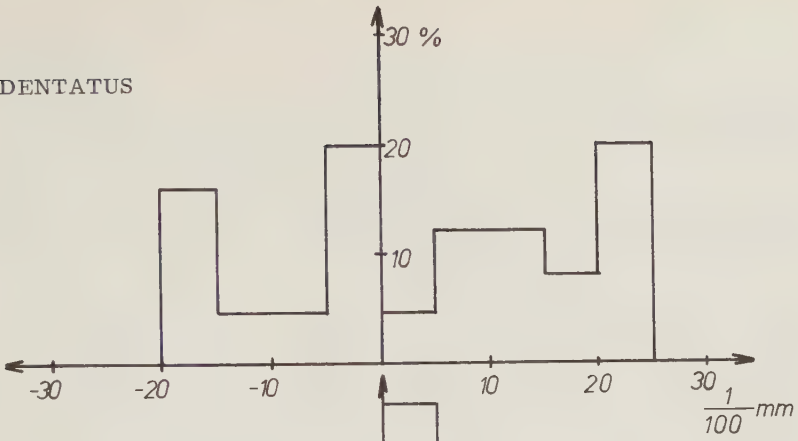


Tabelle 4

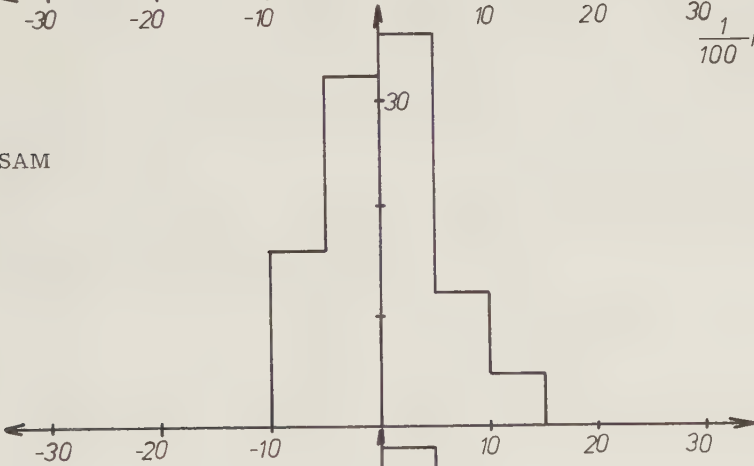
VERSUCH C, Messung II :

Prozentuale Verteilung der Fehler in die vorhandenen Fehlerklassen -
Horizontalebene

DENTATUS



SAM



WHIP MIX

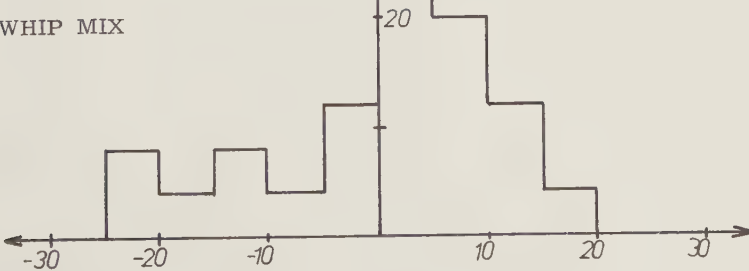
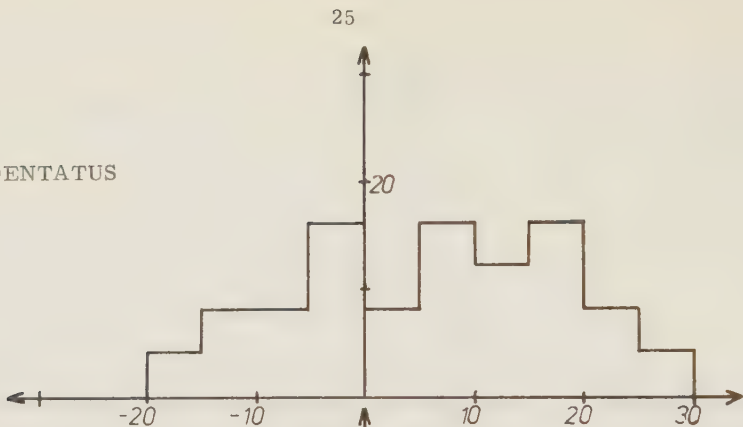


Tabelle 5

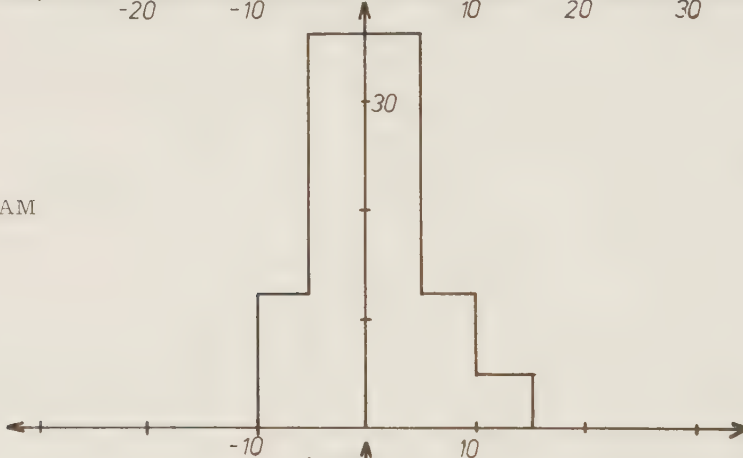
VERSUCH C, Messung II :

Prozentuale Verteilung der Fehler in die vorhandenen Fehlerklassen -
Transversalebene

DENTATUS



SAM



WHIP MIX

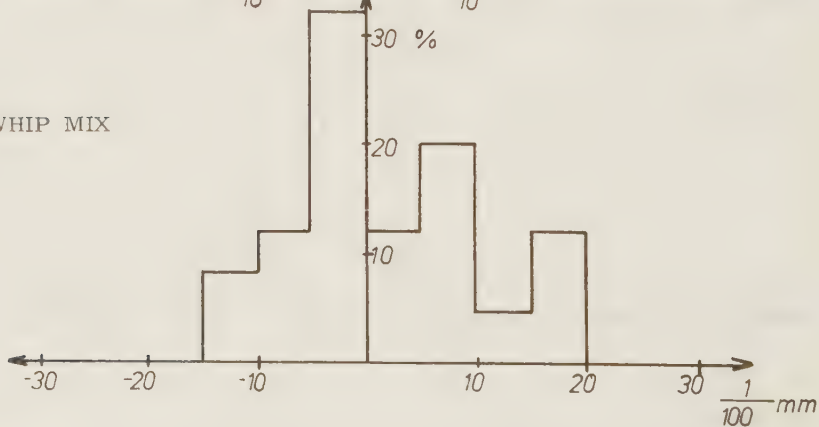


Tabelle 6

VERSUCH C, Messung II:

Prozentuale Verteilung der Fehler in die vorhandenen Fehlerklassen -
Sagittalebene

Messung III

Mit Hilfe der eingepprägten Skalen an den Inzisalstiften der Geräte läßt sich ein vorgegebener Nullpunkt von verschiedenen Personen mit folgender Veränderung wieder einstellen:

Horizontalebene:	Standardabweichung um den Nullpunkt an 4 Meßpunkten
DENTATUS	42/1000 - 66/1000 mm
SAM	46/1000 - 73/1000 mm
WHIP MIX	46/1000 - 76/1000 mm

Veränderungen in der Transversalebene sind bei Anhebung oder Absenkung des Artikulatoroberteils obligatorisch und sollten nicht verglichen werden.

Die in der Sagittalebene entstandenen Abweichungen durch die Veränderungen des Inzisalstiftes zeugen von mangelnder Rückstellkraft gegenüber Seitschüben und betragen im Mittelwert:

SAM	6/1000 mm
DENTATUS	9/1000 mm
WHIP MIX	26/1000 mm

(Tabelle 7)

Messung IV

Da die Meßwerte aus dieser Versuchsreihe keine statistisch signifikanten Ergebnisse erkennen ließen, wurde auf eine Auswertung verzichtet.

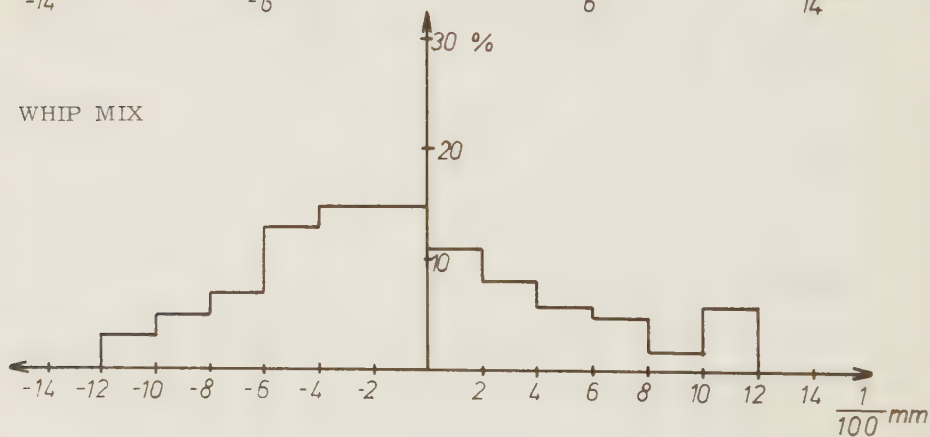
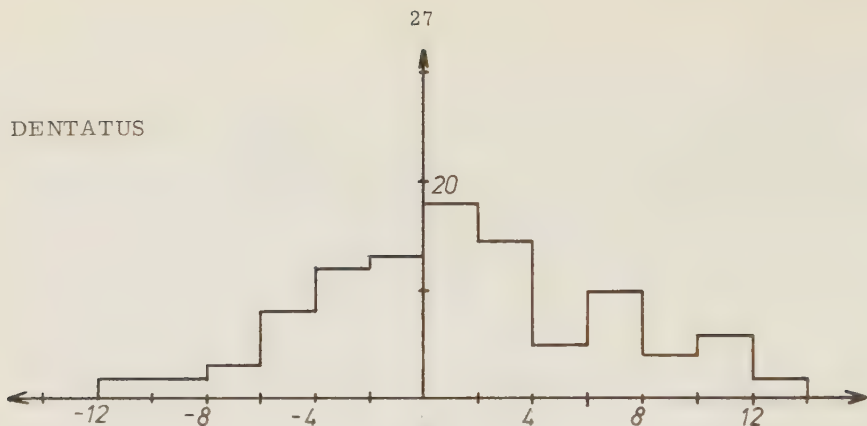


Tabelle 7

VERSUCH C, Messung III :

Prozentuale Verteilung der Fehler in die vorhandenen Fehlerklassen -
Horizontalebene

NACHUNTERSUCHUNG

Da die im Versuchsablauf verwendeten SAM-Artikulatoren Prototypen der Serie 1 bis 50 waren, die vom Hersteller mittlerweile ausgetauscht wurden und in dieser Form nicht mehr angeboten werden, wurde eine Nachuntersuchung für das neue und nach Angaben des Herstellers verbesserte Gerät notwendig.

Ein vergleichender klinischer Nachversuch konnte nicht mehr durchgeführt werden, doch zeigte die Wiederholung der Meßreihen, wo die Verbesserungen lagen.

Der Empfehlung des Herstellers, beim Einartikulieren des Unterkiefers das Oberteil durch Lösen der Gelenkbahnarretierungen zurückzuklappen, kann nun entsprochen werden. Die Messungen zeigten keine Veränderungen durch das Öffnen der Gelenkbahnarretierungsschrauben.

Somit könnten die klinischen Ergebnisse, bezüglich der Zuordnung des Unterkiefers, verbessert werden, da alle beim Einartikulieren entstandenen Fehler auf den geringen Öffnungswinkel des früher untersuchten Artikulators zurückzuführen waren.

Das Einartikulieren sowohl des Ober- und nunmehr auch des Unterkiefers ist problemlos.

Durch neue Einmal-Kunststoff-Montageplatten wurde eine genauere Fixierung der Modelle im Artikulator möglich. Die Fehler beim Heraus- und Hereinschrauben von Modellen liegen jetzt in allen Ebenen im Bereich von 5/1000 mm und sind somit tolerierbar.

Auch die Austauschbarkeit von Modellen in verschiedenen SAM-Artikulatoren ist nunmehr mit ausreichender Genauigkeit möglich, doch sollte dies - auch nach Aussage des Herstellers - nur bei Diagnostikmodellen geschehen.

Durch Materialverbesserungen und präzise Passung der Einzelteile des Artikulators sind die nachuntersuchten Modelle in bezug auf Eigengenauigkeit und Präzision deutlich verbessert. In dieser Form ist der SAM-Artikulator das genaueste der untersuchten Geräte.

INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Aufgrund der durchgeführten klinischen Untersuchungen und Messungen erscheint folgende Beurteilung berechtigt. Das Arbeiten in Split-Cast - Genauigkeit ist mit dem WHIP MIX - Artikulator kaum möglich. Bei diesem und beim DENTATUS ARH ergibt eine unzureichende Führung der Metallmontageplatten Fehler beim Entfernen und erneuten Einschrauben der Modelle die deutlich über der geforderten Präzision liegen. Dies geschieht auch, wenn die Modelle stets an einen Artikulator gebunden sind. Die Übertragung auf ein anderes Gerät desselben Typs ist ohnehin bei diesen beiden Artikulatoren nicht möglich. Nur im SAM kann durch die Verwendung der neuen Kunststoffmontageplatten in dieser Hinsicht ein gutes Ergebnis erzielt werden.

Schädel- und scharnierachsenbezogene Montage der Modelle sind im DENTATUS und SAM gleichsam unproblematisch, im WHIP MIX dagegen schwierig. Für die Beurteilung der Präzision dieses Vorganges wurde als Kriterium der Primärkontakt herangezogen. Die guten Ergebnisse des DENTATUS dürften mit großer Sicherheit nun auch vom SAM erreicht werden, da die neuen Modelle die Zuordnung des Unterkiefers in gleicher Art und Weise wie beim DENTATUS erlauben. Auf diese beiden Geräte ist eine Übertragung der individuellen Topographie gut und sicher möglich. Durch fehlende Verriegelungsmöglichkeit der Zentrik ist dieser Arbeitsgang im WHIP MIX nur mit deutlich geringerer Präzision möglich.

Die auf die Geräte übertragene Relation wird durch nachträgliche Korrektur der Kondylenbahnneigung beim DENTATUS und SAM gut beibehalten, wogegen diese notwendige Veränderung im WHIP MIX, vor allem bei sehr flacher Gelenkbahnneigung, größere Fehler produziert. Gleichsam schwierig in allen Geräten ist das sichere Einstellen der Höhe mit Hilfe des Inzisalstiftes. Eine deutlichere Markierung der Skalen auf den Inzisalstiften sollte bei allen Geräten erfolgen.

Nach Abwägung aller Ergebnisse erscheint der DENTATUS für die Ana-

lyse nach LAURITZEN wegen der guten Handhabung das Gerät der Wahl zu sein. Darüber hinaus gewährleistet dieser Artikulator noch eine gute Eigengenauigkeit, sofern die Modelle stets im Artikulator belassen werden. Für zahntechnische Arbeiten ist der DENTATUS nur mit Einschränkungen zu empfehlen, da die Handhabung für den Techniker schwierig ist (Oberteil nicht abnehmbar - Modelle laut Untersuchung nicht entfernbar) und die im Verhältnis zu den anderen Geräte grazile Konstruktion der Gelenkanteile zur Verschmutzung und damit zum Verschleiß neigt.

Der SAM-Artikulator erscheint für alle restaurativen Maßnahmen das beste der untersuchten Geräte zu sein, da er eine sehr gute Eigengenauigkeit und leichte Montagemöglichkeit der Modelle mit einfacher Handhabung für den Techniker verbindet. Ober- und Unterteil sind trennbar, zudem können die Montageplatten bedenkenlos entfernt werden.

Der WHIP MIX konnte die gestellten Präzisionsanforderungen in keiner Weise erfüllen. Der erhöhte Aufwand für die Scharnierachsenbestimmung, schädelbezügliche Montage und die Ermittlung der individuellen Werte für Gelenkbahnneigung und Bennettwinkel erscheint für diesen Artikulator nicht gerechtfertigt zu sein.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob mit den drei semiadjustablen Artikulatoren DENTATUS ARH, WHIP MIX und SAM mit der für die gnathologische Methodik erforderlichen Präzision gearbeitet werden kann.

Meßtechnische und klinische Untersuchungen zeigten:

1. daß der WHIP MIX- Artikulator den geforderten Ansprüchen in keiner Weise gerecht werden konnte;
2. daß bei DENTATUS gute Eigengenauigkeit, eine unverhältnismäßig hohe Ungenauigkeit bei der Montage der Platten gegenübersteht. Dieser Umstand, die verhältnismäßig empfindlichen Gelenkkonstruktionen und die Unhandlichkeit für den Techniker, lassen eine Verwendung dieses Gerätes für konservierende und prothetische Arbeiten nur eingeschränkt zu. Im klinischen Bereich bewährte sich der Artikulator durch seine Non-Arcon-Konstruktion, durch vielfältige Einstellmöglichkeiten und durch die leichte Handhabung bei den erforderlichen Untersuchungsmethoden bestens;
3. daß der neuentwickelte SAM durch die Konzeption als Arcon-Gerät für die klinischen Untersuchungsmethoden, vor allem die Analyse nach LAURITZEN nur bedingt tauglich ist. Für prothetische und konservierend-restaurative Aufgaben muß von den untersuchten Geräten diesem der Vorzug gegeben werden, da es von allen die beste Eigengenauigkeit zeigte, die Montage der Modelle in der terminalen Scharnierachsenposition unproblematisch ist und die Konstruktion als robust und unanfällig bezeichnet werden kann.

Die neuen Montageplatten und die für ein Arcon-Gerät neue Möglichkeit der Verriegelung der Zentrik stellen einen entscheidenden Fortschritt auf diesem Gebiet dar.

Zusammenfassend muß jedoch noch bemerkt werden, daß das Auflösvermögen des Split-Casts für die Artikulatoren immer noch zu hoch ist, d.h. vom Split-Cast angezeigte Fehler stets durch das Gerät bedingt sein können, da Fehler im Bereich von $1/100$ mm schlecht abschätzbar und nur sehr schwer zu vermeiden sind.

LITERATUVERZEICHNIS

- (1) AB DENTATUS Gebrauchsanweisung für Dentatus
Artikulatoren.
Jakobsdalsvägen 14-16, S. 126 53
Hägersten, Schweden

- (2) GYSI, A. Artikulation.
BRUHN, KANTOROWICZ, PARTSCH:
Handbuch der Zahnheilkunde, III.
Zahnärztl. Prothetik.
J. F. Bergmann, München, 1930

- (3) KIENER, H. Die Reproduktion der Unterkiefergrenz-
bewegungen.
Vergleichende Untersuchung bei vier
gebräuchlichen Artikulatoren.
Med. Diss. Bern, 1969

- (4) LAURITZEN, A. G. Occlusal Relationships:
The Split-Cast Method For Articulator
Techniques.
The Journal of Prosthetic Dentistry,
14, 1964, p. 256

- (5) LAURITZEN, A. G. Procedure Manual For Use With The
Arne G. Lauritzen Technique.
7300- 5th Ave. N. E., Seattle, Wn.

- (6) MAROLT, A. Das Problem des Artikulators in experi-
menteller Sicht.
Schw. Mschr. für Zahnheilkunde,
Band 71/8, S. 767

- (7) McCOLLUM, B. B. Is It Necessary to Replace Missing
Teeth. ADAJ and Dental Cosmos,
24, 1937, p. 448

- (8) MUTSCHELKNAUSS, R.
DIETRICH, P. Untersuchungen über das Einschleifen
nach LAURITZEN im Artikulator
und im Munde des Patienten.
DZZ, 30, 1975, S. 189

- (9) NEEDLES, J. W. Mandibular Movements and Articulator Design.
J. Am. Dent. A. 10; 1923, p. 927
- (10) SAM SAM Gebrauchsanleitung,
Ausgabe 1975.
SAM PRÄZISIONSTECHNIK GmbH,
Postfach 40 16 29, 8000 München 40
- (11) SAUER, G. Bestimmung der sagittalen Unterkieferlage in der terminalen Scharnierachsenposition nach sechs verschiedenen Methoden und Kontrolle der Reproduzierbarkeit.
Inaugural-Dissertation, Erlangen, 1969
- (12) VICTOR, N. STATSYS, Beschreibung und Benutzeranleitung, Bericht MD 24 der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, München 1973
- (13) WALKER, J. W. The Facial Line and Angles in Prosthetic Dentistry.
Dental Cosmos XXXIX, Nr. 10, 1897, p. 789
- (14) WALTER, E. Biomathematik für Mediziner.
Teubner Studienbücher, 1974
- (15) WEINBERG, L. A. An Evaluation of Basic Articulators and their Concepts
The Journal of Prosthetic Dentistry, 13, 1963, p. 622
- (16) WHIP-MIC CORP. Instructions for the use of the WHIP-MIX Articulator and QUICK MOUNT Face Bow.
411 W. AVERY-LUISVILLE, Ky.
40208

Herrn Prof. Dr.Dr. O. B o c k danke ich für die
Überlassung des Themas und für die Unterstützung
bei der Bearbeitung.

Darüber hinaus danke ich Herrn Dr.Dr. H. S c h r e m s
und Herrn Dr. K. O t t für die Hilfe bei den klini-
schen Untersuchungen.

Herrn Dr. G. H o m m e l vom Institut für Med. Stati-
stik und Dokumentation der Universität Erlangen-
Nürnberg gilt mein Dank für die Hilfe bei der statisti-
schen Auswertung der Ergebnisse.

Für die Hilfe bei der Entwicklung und die Erstellung
der Meßapparatur danke ich Herrn Mechanikermeister
R e i c h e l t.

Nicht zuletzt mein Dank an alle, die durch persönlichen
Einsatz als Versuchspersonen an der Entstehung der
Arbeit mitgeholfen haben.

LEBENS LAUF

Am 22. Januar 1951 wurde ich als Kind des ägyptischen Kaufmanns Helmy Hammad und seiner Ehefrau Marianne, geb. Hofmann, in Coburg geboren.

Nach dem Tode meines Vaters wurde ich am 29. September 1958 von den Eltern meiner Mutter adoptiert. Mein Familienname lautet von da an "Hofmann - Hammad".

Die gesamte Schulzeit von 1957 bis 1971 verbrachte ich in Würzburg. Zunächst besuchte ich bis 1961 die Grundschule. Die mittlere Reife bestand ich an der staatlichen Realschule im Jahre 1968. Nach dem Wechsel auf das naturwissenschaftliche Röntgen-Gymnasium legte ich dort 1971 meine Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1971/72 begann ich in Erlangen mit dem Studium der Zahnheilkunde und bestand nach 5 Semestern die zahnärztliche Vorprüfung. Das klinische Studium absolvierte ich ebenfalls an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen. Hier bestand ich am 1. Dezember 1976 das Staatsexamen.

Erlangen, im Dezember 1976

Achmed Armin Helmy Hofmann-Hammad

Buchdruck – Offsetdruck

Karl Döres, 852 Erlangen, Jägerstr. 3 · Tel. 2 15 21